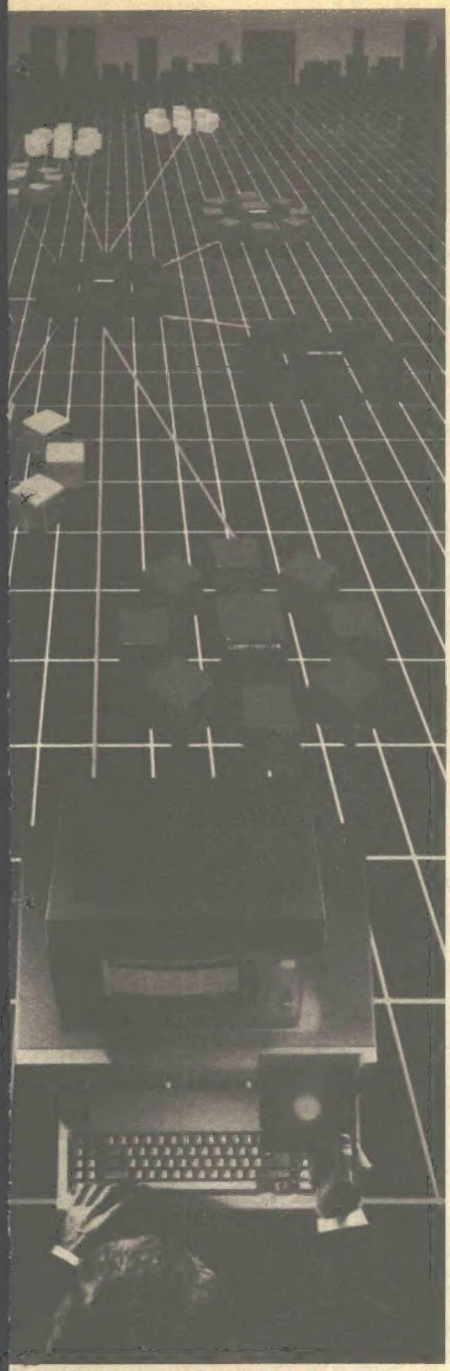


การสื่อสารข้อมูล และเครือข่ายคอมพิวเตอร์

สมชาย ชลายน

RS-232C, band, parity, modem, block

คุณคงเคยได้ยินคำเหล่านี้ ถ้าติดตามอ่านบทความเรื่องไมโครสื่อสารของคุณครอนันตชัย และคุณก็คงเคยได้ยินคำเหล่านี้

LAN, ISDN, X.25, token, passing

จากโฆษณา บทความ หรือการสัมมนา จุดมุ่งหมายของบทความชุดนี้ก็คือ ให้ผู้อ่านทราบแนวคิด และการนำไปใช้งานของการสื่อสารข้อมูล และเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยมองวิชานี้ในลักษณะกว้างๆ ซึ่งต่างจากบทความชุดไมโครสื่อสาร ที่เสนอเทคนิคการสื่อสารของเครื่องไมโคร

ผมเคยอ่านโฆษณาของผู้ขายไมโคร–คอมพิวเตอร์บางรายพูดว่า เครื่องของเขาต่อเป็นแลน(LAN) ได้ ผมมาคิดตามประสาซื่อว่า เอ้ เอาคอมพิวเตอร์สองเครื่องขึ้นไปมาต่อกันนี้ มีประโยชน์อะไร

1. เอาไว้ก๊อบปี้ ไฟล์ข้อมูล และโปรแกรมจากเครื่องอื่นมาเครื่องของเรา หรือส่งไปให้เครื่องอื่น ความจริงถ้าเครื่องอยู่ใกล้กันการก๊อบปี้ด้วยการใช้ดิสเกตต์อาจสะดวกกว่ามาก แต่ถ้าอยู่ไกลกันและมีโมเด็ม ค่าโทรศัพท์ 3 บาทถูกกว่า เพราะไม่เสียเวลาและค่าเดินทาง

ในข้อแรกนั้นถือว่าเครื่องทั้งหมดอ่านฟลอปปี้ฟอร์แมทเดียวกัน ถ้าเป็นระดับมินิและเมนเฟรมนอกจากฟลอปปี้ก็มี จานแม่เหล็ก(disk pach) ที่สามารถใช้ถ่ายเทข้อมูลกันได้ภายในเครื่องตระกูลเดียวกันของผู้ผลิตเดียวกัน เทปม้วนเปิด(open reel) และเทปคาร์ทริดจ์ ใช้ถ่ายเทข้อมูลได้ แม้ว่าจะต่างผู้ผลิต

2. เอาไว้ถ่ายข้อมูลจากเครื่องต่างรุ่นกัน เช่น เครื่องขนาดเมนเฟรมกับไมโคร หรือมินิกับไมโคร เครื่องต่างรุ่นกันนี้ ส่วนมากใช้โปรแกรมจัดระบบงานต่างกัน โปร–แกรมจัดระบบงานที่ใช้ในเครื่องต่างรุ่นกันได้ก็มีเพียงยูนิกซ์ ที่มีตั้งแต่ระดับไมโคร(บน Intel 80286 และมอโตโรล่า 680X0, Xenix บน Intel 8086) มินิ ซูเปอร์มินิ(VAX, AT & T3B) เมนเฟรม(IBM 43XX และ 308X) และซูเปอร์คอมพิวเตอร์(Cray II)

ถ้าถามว่าทำไมต้องใช้เครื่องคอมพิว–เตอร์ต่างรุ่น หลายขนาดด้วยเล่า ใช้มันรุ่นเดียวยี่ห้อเดียวไม่ได้หรือ คอมพิวเตอร์ก็เหมือนรถนั้นแหละครับ บริษัทแห่งหนึ่งอาจมีรถใช้งานตั้งแต่มอเตอร์ไซด์ รถเก๋ง รถ

คุณคงเคยเห็นกลุ่มเชื้อกที่กองอยู่อย่างไม่เป็นระเบียบ หยากไย่ที่ติดอยู่ตามเพดานห้อง หรืออาจจะเป็นท่อนำสารที่วกไปวนมา ภายในห้องทดลองของศาสตราจารย์สติเฟื่อง คุณอาจรู้สึกว่ามันยุ่งเหยิง น่าปวดเศียรเสียจริง ๆ และถ้ามีใครสักคนเสกให้คุณตัวเล็กเท่ามด แล้วนำคุณไปอยู่ท่ามกลางสิ่งเหล่านั้น คุณคงไม่ยอมและไม่สามารถอาศัยอยู่ได้ แต่ผมว่าขณะนี้คุณคงยังไม่รู้ตัวซินะ

บรรทุกเล็ก รถบรรทุก 10 ล้อ รถเทรลเลอร์ มันเหมือนกับรถตรงที่ การนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ประมวลผลข้อมูลมีลักษณะแตกต่างกัน เช่นเดียวกับใช้รถเป็นพาหนะที่มีจุดประสงค์ต่างกัน และลำดับความสำคัญของงาน ทำให้การติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์มีระยะเวลาก่อนหลังตามความจำเป็นและความเหมาะสม อีกทั้งเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เปลี่ยนแปลงเร็วมาก ผลก็คือบริษัทหนึ่งๆ อาจมีเครื่องขนาดเมนเฟรมใช้มาแล้ว 7 ปี มีมินิคอม–พิวเตอร์ที่แผนกควบคุมการผลิตติดตั้งมาแล้ว 3 ปี มีไมโครที่แผนกบัญชี แผนกการเงิน และกำลังจะซื้อไมโครที่มีฮาร์ดดิสก์ให้ผู้บริหารอีกหลายเครื่อง การซื้อแต่ละครั้งก็มีเหตุผล มีจุดมุ่งหมายในการใช้งาน ทุกคนเริ่มใช้เครื่องไปพัฒนาระบบงานไป ก็จะพบว่าจำเป็นต้องมีการเชื่อมโยงเครื่องเหล่านี้เข้าด้วยกัน ให้ใช้ข้อมูลของอีกระบบงานหนึ่งที่อยู่บนฮาร์ดแวร์เครื่องอื่น ก็บริษัทเดียวกันนี่ครับ

3. ทำเทอร์มินัลอีมูเลชัน(terminel emulation) ในยุคก่อนๆ เมื่อเอามินิมาต่อกับเมนเฟรมรับส่งไฟล์ข้ามกันมาได้ ส่วนมากมินิมักประพฤติตัวให้เหมือนเครื่อง Romote Job Entry(RJE) ของเมนเฟรม มองจากทางเมนเฟรมเห็นเหมือนเครื่องอ่านบัตร เมื่อส่งโปรแกรมเข้ามาวิ่งบนเมนเฟรม ได้รายงานก็ส่งกลับไปพิมพ์ที่มินิตอนพิมพ์ นี่มองเห็นเหมือนเครื่องพิมพ์ลักษณะนี้ มินิกับเมนเฟรมมักต่ออยู่ห่างกันมาก เชื่อมต่อกันด้วยโมเด็ม เช่น บริษัทเอสโซ่ใช้มินิที่ศรีราชาและช่องนนทรี ส่งงานมาเข้าเครื่องใหญ่ที่สำนักงานใหญ่ เรียกว่าสื่อสารแบบแบทช์(batch communication) เมื่อเข้าสู่ยุคไทม์แชริ่ง(time sharing) มินิก็มีซอฟท์แวร์ทำให้ประพฤติตัวเหมือนเทอร์มินัลของเมน–เฟรม เรียกว่า สื่อสารแบบโต้ตอบ(interactive communication) ประโยชน์ก็คือใช้จอเดียวติดต่อกับทั้งมินิและเมนเฟรม ประหยัดทั้งจอและที่วางจอด้วยครับ

พอถึงยุคไมโคร เจ้าไมโครนี่ประพฤติตนเป็นทั้งจอของมินิ (ทั้งมินิและไมโครมักจะเป็นของผู้ผลิตเดียวกัน) และของเมนเฟรม อีมูเลททั้ง RJE และจอภาพแบบโต้ตอบ (interactive terminal)

4. เชื่อมโยงกันเป็นเครือข่าย(network) สำหรับเครื่องระดับไมโครก็เพื่อใช้อุปกรณ์ที่มีราคาแพงร่วมกัน เช่น ฮาร์ดดิสก์และเครื่องพิมพ์ความเร็วสูง การต่อแบบนี้ มีลักษณะพิเศษดังนี้

– file server คือไมโครหรือมินิเครื่องหนึ่งควบคุมฮาร์ดดิสก์ และทำให้ไมโครเครื่องอื่นมองเห็นเป็นเป้นข้อมูลของระบบตน

– file sharing เพิ่มเติมจาก file server ไมโครหลายๆ เครื่อง รวมทั้งมินิสามารถติดต่อแฟ้มข้อมูลเดียวกันพร้อมๆ กัน โดยที่มีระบบล็อคเรคอร์ดป้องกันการ update ซ้อน

– print spooling ไมโครในเครือข่ายสามารถส่งงานมาพิมพ์ที่เครื่องพิมพ์กลางได้

– การติดต่อกับไมโครเครื่องอื่นๆ ในระบบ ทำได้โดยไม่ต้องรู้จักรูปแบบของเครือข่าย(network topdogy) คือไม่ว่าเครือข่ายจะมีรูปร่างอย่างไร เมื่อเราเรียกชื่อปลายทาง โปรแกรมจัดระบบงานของเครือข่ายจะทำให้เสร็จ

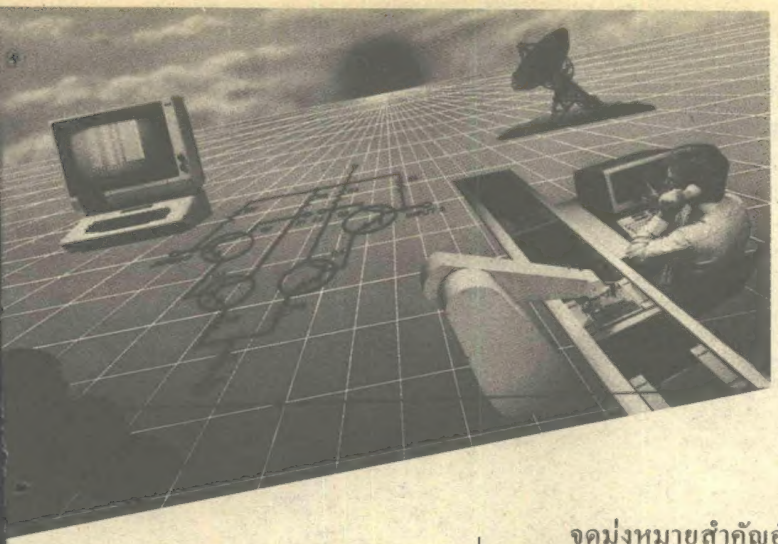
สามข้อแรกมีนัยว่าอุปกรณ์ทั้งระบบมีอยู่ไม่มากนัก คือมีแค่ 2 ซีพียู ก็ใช้ได้ ข้อสุดท้ายที่กล่าวถึง "เครือข่าย" ของไม คอมพิวเตอร์ให้ความรู้สึกว่าหลายเครื่อ ใช่แค่ 2–3 ทั้งนี้เนื่องจากอุปกรณ์มีราคา ขึ้น ควรจะมีจำนวนไมโครมากพอ เปรี เทียบได้กับโทรศัพท์ ถ้ามีจุดที่จะต่อไม่ก็ เราใช้อินเตอร์คอมก็ถูกดี มีจุดมากขึ้น ใช้คีย์เทเลโฟน(key telephone) ซึ่งให้ค สะดวกอื่นๆ เพิ่มด้วย เช่นการพักสาย สาย จองสายนอก หมุนซ้ำ ฯลฯ ถ้ามี 40 และมีโอกาสขยาย ใช้พีบีเอ็กซ์(PBX-Priv Branch Exchange) เหมาะสมที่สุด

ต่อคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันแบบ จึงจะนับว่าเป็น "เครือข่าย" ยังไม่มีใค นิยามที่เคร่งครัดครับ ถ้าเรามีเครื่องมินิ จอภาพและเครื่องพิมพ์ผ่านโมเด็ม ไม่น่ เรียกว่าเป็นเนทเวอร์ค เพราะตัวจอภาพ เครื่องพิมพ์ทำงานไม่ได้ถ้าซีพียูไม่ได้เปิ

คอมพิวเตอร์เนทเวอร์ค หมายถึงค พิวเตอร์ที่ทำงานได้อย่าง**อิสระด้วยตน** หลายเครื่องต่อเข้าด้วยกัน จะต่อกันด้วย ก็ได้ ใช้สายทองแดง เลเซอร์ ไมโคร หรือดาวเทียม เครื่องคอมพิวเตอร์แบบที่ มาสเตอร์สเลฟ มาสเตอร์โปรเซสเ ควบคุมตัวอื่นๆ ให้เปิด–ปิดได้ ไม่เรีย เนทเวอร์ค

เครื่องชนิดมัลติโปรเซสเซอร์(M processor) ที่มีซีพียูหลายตัวทำงานร่ว เช่น Tandem Nonstop Perkin El บางรุ่น หรือ AT&T 3B20D dual proce ซูเปอร์มินิคอมพิวเตอร์ ไม่เรียกว่าเป็นเ เวอร์ค เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีไมโครโ เซสเซอร์ชิพหลายตัวทำงานร่วมกัน เช่น Intel 80286 เป็นซีพียู ประกอบกับ I 80186 เป็นดิสก์คอนโทรลเลอร์ ก็ไม่เรีย เป็นเนทเวอร์ค

DDP หรือ การประมวลผล กระจาย(Distributed Data process ซึ่งเป็นแนวโน้มของการใช้คอมพิวเตอร์ ใหม่ ก็เป็นคอมพิวเตอร์เนทเวอร์คชนิด ที่มีลักษณะพิเศษ คือมีโปรแกรมจัดระบบ ของทั้งเครือข่าย กล่าวได้ว่าถ้าผู้ใช้มองไม่ ว่ามีซีพียูหลายตัวเลย เหมือนกับมี



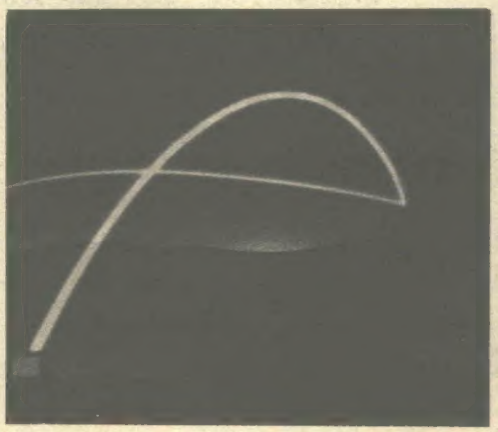
รเซสเซอร์เดียว(virtual uniprocessor) ว่าเป็น DDP ในอุดมคติ ในความเป็นจริง ประมวลผลแบบกระจาย อาจมีระดับการ ะจายที่แตกต่างกัน

ระบบประมวลผลแบบกระจาย เป็น อข่ายชนิดพิเศษที่มีระดับการยึดเกาะกัน และโปร่งใสต่อผู้ใช้(cohesiveness and nspanency) คือจะติดต่อกับผู้ใช้อื่นด้วย งง่ายๆ ไม่ว่าจะอยู่ไกลใกล้แค่ไหน มอง หืนรูปแบบของเครือข่ายว่าโยงกันสลับ ซ้อนเพียงใด เหมือนกับเราใช้โทรศัพท์ ดต่อกับใครก็หมุนเลขหรือกดปุ่ม ไม่ต้อง เส้นทางของสายโทรศัพท์ต้องผ่านชุมสาย ง่าง จะผ่านเคเบิลใต้ดิน ไมโครเวฟ ดาว ม หรือเคเบิลใต้น้ำ เราไม่สนใจ

จุดมุ่งหมายของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ **เอาชนะข้อจำกัดทางภูมิศาสตร์** สังคม ยนี้เรา มีบริการและการสื่อสารแบบเครือ หลายอย่าง เช่น ไฟฟ้า ประปา ไปรษณีย์ ศัพท์ วิทยุ สาขาของธนาคาร สาขาผู้แทน น่าย ความยุ่งยากของเครือข่ายคอมพิว– ร์ก็คือเป็นสิ่งใหม่ เริ่มมีใช้ครั้งแรกในปี อ เครือข่ายนั้นมีชื่อว่า ARPANET ของ ทรวงกลาโหมสหรัฐอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ผู้ผลิตกันมักจะคุยกันไม่รู้เรื่อง แต่แนวโน้ม ในมาตรฐานเดียวกัน โดยที่องค์การ รฐานระหว่างประเทศ(ISO) กำลังร่วม รฐานการต่อแบบเปิด(Open Standards rconnection:OSI)

จุดมุ่งหมายสำคัญอันที่สองก็คือ เพื่อให้ระบบมี**ความเชื่อถือได้เพิ่มขึ้น**(more relic bility) โดยที่เครื่องบางส่วนเกิดขัดข้อง สามารถไปใช้บริการจากเครื่องอื่นได้ หรืออาจใช้ประโยชน์เครื่องในเครือข่ายที่ยังไม่ได้ใช้งานเต็มที่ การใช้เครื่องขนาดใหญ่แบบรวมศูนย์ อาจเกิดความเสียหายร้ายแรงได้ ถ้าเครื่องขัดข้องระบบควบคุมกระบวนการผลิต (process control) ระบบของกระทรวงกลาโหม ระบบฝากถอนของธนาคาร เป็นตัวอย่างระบบที่เหมาะสมจะใช้การประมวล–ผลแบบกระจายของเครือข่ายคอมพิวเตอร์

เหตุผลสำคัญอีกข้อหนึ่งที่ทำให้การประมวลผลแบบกระจายได้รับความนิยมมากขึ้น ก็คือ **ราคาคอมพิวเตอร์เปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายในการสื่อสาร** เมื่อ 25 ปีที่แล้ว ราคาคอมพิวเตอร์แพงมาก สมัยนั้นจึงมีศูนย์คอมพิวเตอร์ โดยผู้ใช้นำข้อมูลไปประมวลผลที่ศูนย์ เพราะไม่คุ้มที่จะมีคอมพิวเตอร์ติดต่อ



อยู่ ณ จุดที่เก็บข้อมูล เมืองไทยเราเมื่อ 10 ปีที่แล้วก็เป็นแบบนี้เหมือนกันครับ ปัจจุบันราคาคอมพิวเตอร์ถูกมาก ทำให้สามารถใช้เครื่องขนาดไมโครตามสาขาหรือแม้แต่ในรถที่ปฏิบัติงานสนาม ประมวลผลเบื้องต้นก่อนจะส่งข้อมูลสรุปไปยังคอมพิวเตอร์ใหญ่ ผลก็คือเกิดมีเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขึ้นมา

เหตุผลข้อสุดท้าย แต่อาจสำคัญที่สุดก็คือ **ราคาต่อความสามารถของคอมพิวเตอร์เครื่องเล็กดีกว่าเครื่องใหญ่** เครื่องระดับเมนเฟรมเร็วกว่าไมโครโปรเซสเซอร์ชิพที่เร็วที่สุดราว 10 เท่า แต่แพงมากกว่าถึง 1,000 เท่า ไมโครชิพ 32 บิท เช่น Intel 80286 และ 80386 ที่กำลังจะวางตลาด, motorola 68010 และ 68020, WE 32000 และ 32100, NS 32032 ชิพพวกนี้วิ่งเร็วกว่ามินิยี่ห้อดังๆ เสียอีก แข่งกับเมนเฟรมขนาดปลายแถวได้สบาย

ผลข้างเคียงของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ก็คือ มันเป็น**เครื่องมือสื่อสารที่มีประสิทธิภาพสูง** คนหลายคนที่อยู่คนละประเทศสามารถทำงานโครงการเดียวกันได้ไม่ยากนัก ถ้าเขามีคอมพิวเตอร์เชื่อมโยงถึงกัน ในอนาคตผลข้างเคียงที่พึงปรารถนานี้อาจกลายเป็นเหตุผลหลักที่จะใช้เครือข่ายคอมพิวเตอร์ก็ได้

เมื่อมีคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กหลายเครื่องในสำนักงานเดียวกัน ประกอบกับราคาต่อความสามารถของเครื่องเล็กดีกว่าเครื่องใหญ่ นำไปสู่ระบบเครือข่ายที่ซีพียูตั้งอยู่ใกล้กัน นี่ก็คือเครือข่ายเฉพาะที่(Local Area Network: LAN) อีกลักษณะหนึ่งซีพียูตั้งอยู่ห่างกัน ต้องติดต่อกันด้วยอุปกรณ์สื่อสารข้อมูลเรียกว่า เครือข่ายพื้นที่กว้างหรือเครือข่ายทางไกล (Wide Area Network:WAN หรือ long haul network)

ข้อดีของแลนเมื่อเทียบกับใช้คอมพิวเตอร์เครื่องเดียวทำงานแบบรวมศูนย์ นอกจากถูกกว่าแล้ว ระบบยังเชื่อถือได้มากกว่า และสามารถจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่ คือความสามารถในการประมวลผลของซีพียู พื้นที่ของงานแม่เหล็ก ความสามารถในการผลิตรายงานของเครื่องพิมพ์ ตลอดจนอุปกรณ์สำรองข้อมูล

เช่น เทปม้วนเปิด และเทปคาร์ทริดจ์ ให้กับผู้ใช้ร่วมกันทั้งระบบได้อย่างเหมาะสม

● ข้อได้เปรียบอีกอย่างหนึ่งของแลน ก็คือ เครือข่ายมีโปรแกรมจัดระบบงานโดยเฉลี่ยง่ายกว่าเครื่องขนาดใหญ่ โดยเฉพาะเครื่องรุ่นใหม่ระดับซูเปอร์มินิและไมโคร ใช้โปรแกรมจัดระบบงานที่มีความสามารถสูงกว่า แต่กลับกินกำลังเครื่องน้อยกว่าโปรแกรมจัดระบบงานของเมนเฟรม ทั้งนี้เพราะเมนเฟรมมีวิวัฒนาการมานานกว่า 20 ปี ทางด้านฮาร์ดแวร์ แต่โปรแกรมจัดระบบงานถูกพัฒนาไปโดยพยายามรักษาความเข้ากันได้กับฮาร์ดแวร์เก่ามาโดยตลอด แนวความคิดบางอย่างของโปรแกรมจัดระบบงาน เกิดขึ้นในเงื่อนไขทางฮาร์ดแวร์ในอดีต ปัจจุบันข้อจำกัดทางฮาร์ดแวร์ เช่น ขนาดของหน่วยความจำ ขนาดของจานแม่เหล็ก ไม่เป็นอุปสรรคอีกต่อไป แนวความคิดเหล่านั้นยังคงอยู่ในโปรแกรมจัดระบบงาน ทำให้มันใหญ่โตเทอะทะ ปรับแต่งยาก ใช้งานยาก เช่น โปรแกรมลิงค์เกจเอดิเตอร์ สามารถให้ผู้ใช้ทำโอเวอร์เลย์โปรแกรมได้อย่างสลับซับซ้อนแต่ทุกวันนี้หน่วยความจำขนาดใหญ่และระบบความจำเสมือนทำให้ไม่ค่อยมีคนใช้กันแล้ว

● การใช้แลน ถ้าคอมพิวเตอร์ในระบบมีความเข้ากันได้ คือ โปรแกรมใช้งานสามารถไปวิ่งอีกเครื่องหนึ่งได้ เพราะโปรแกรมจัดระบบงานเป็นตระกูลเดียวกัน จะช่วยให้ **การขยายเครื่องเป็นไปอย่างราบรื่น** และถูกกว่าเครื่องระบบรวมศูนย์ที่มักจะเต็มกำลังเมื่อมีผู้ใช้มากถึงจุดหนึ่ง แม้ว่าผู้ผลิตจะระบุว่าต่อได้มากกว่านั้น แต่ในทางปฏิบัติ ระบบไม่สามารถโต้ตอบผู้ใช้ด้วยความเร็วปกติได้

● ตัวอย่างของเครือข่ายพื้นที่กว้าง ก็มีของบริษัทเจเนอรัล มอเตอร์ แห่งสหรัฐ ซึ่งปัจจุบันมีเครือข่ายของตนเองเชื่อมโยงโรงงาน สำนักงานเข้าด้วยกัน และมีแผนจะขยายออกไปถึงผู้ผลิตชิ้นส่วน และตัวแทนจำหน่ายทั่วประเทศอีกด้วย บริษัทเอทีแอนด์ทีก็มีเครือข่ายขนาดใหญ่ของตนเอง ซึ่งเชื่อมโยงเครื่องขนาดเมนเฟรมและมินิกว่า 300 เครื่อง เทอร์มินัลและไมโครหลายหมื่นเครื่อง

● เพื่อให้เห็นภาพ ในตารางที่ 1 จะแสดงถึงการแบ่งประเภทของระบบที่มีหลายโปรเซสเซอร์ ตามขนาดระยะทางระหว่างโปรเซสเซอร์ที่ใกล้ที่สุด คือเครื่องประเภทเดต้าโฟลว์ ซึ่งภายในทำงานขนานกันขณะวิ่งโปรแกรมเดียว ถัดมาคือมัลติโปรเซสเ เป็นระบบที่ใช้หน่วยความจำร่วมกัน จา จึงจะเป็นระบบเครือข่ายไกลที่สุด คือการเ โยงเครือข่ายระยะไกลหลายเครือข่า ด้วยกัน

ระยะทางระหว่างโปรเซสเซอร์	โปรเซสเซอร์ตั้งอยู่ใน.....เดียวกัน	ชื่อระบบ
0.1 ม.	แผงวงจร	เครื่องประเภทเดต้าโฟลว์
1 ม.	ตู้	มัลติโปรเซสเซอร์
10 ม.	ห้อง	LAN
100 ม.	ตึก	
1 กม.	บริเวณ	
10 กม.	เมือง	WAN
100 กม.	ประเทศ	
1,000 กม.	ทวีป	WANS ที่เชื่อมโยงกัน
10,000 กม.	โลก	

รประยุกต์ใช้งานของเครือข่าย

เครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงกันข่ายสายโทรศัพท์ ทำให้เกิดการประยุกต์งานใหม่ๆ ขึ้น คือ

การเรียกใช้โปรแกรมจากระยะไกล

การติดต่อฐานข้อมูลระยะไกล และ

การบริการพิเศษที่ใช้ระบบสื่อสาร

การเรียกใช้โปรแกรมจากระยะไกลเป็นบริการให้ใช้โปรแกรมวิ่งที่เครื่องบริษัทผู้ขายบริการ แทนที่จะขายซอฟท์–ร์ตัวนั้น โปรแกรมอาจมีความซับซ้อนาร์ดแวร์เฉพาะหรือวิ่งได้ในสภาพแวดล้อมษของซอฟท์แวร์ ซึ่งลูกค้าไม่สะดวกจะมาใช้เป็นของตนเอง โปรแกรมประเภทนี้ โปรแกรมซิมูเลชั่น(simulation) แบบองทางเศรษฐกิจ ลูกค้าอาจใช้ระบบรแกรมนี้ ดูแนวโน้มของอัตราดอกเบี้ยาเงินเฟ้อ การเปลี่ยนแปลงอัตราแลกยนเงินตรา

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการศึกษา ก็โปรแกรมอีกประเภทหนึ่งที่ขายบริการกค้าเลือกเรียนวิชาที่สนใจผ่านทางเครือ โปรแกรมผู้เชี่ยวชาญทางด้านวินิจฉัย ก็อาจเป็นการให้บริการระยะไกลได้

● การติดต่อฐานข้อมูลระยะไกล มีอย่างเช่น ระบบสำรองที่นั่งเครื่องบินไฟ รถโดยสาร เรือ การจองห้องของแรม ภัตตาคาร โรงละคร ระบบธนาคารสำนักงานและในบ้าน(office and home king) รวมทั้งหนังสือพิมพ์อัตโนมัติ และอเท็กซ์ ก็จัดเป็นการติดต่อกับฐานข้อมูละไกลเช่นกัน ในอนาคตเมื่อพูดถึงหนัง–พิมพ์อาจต้องพูดให้ชัดว่า ขอหนังสือพิมพ์บกระดาษดูหน่อย

● คิดไปไกลกว่านั้นเราอาจจะมีห้องอัตโนมัติ ในยุคนั้นธุรกิจการพิมพ์ปัจจุบันม่ต่างอะไรกับการคัดลอกหนังสือด้วยมือคโบราณ เมื่อเทียบกับหนังสือพิมพ์อิเล็ก–อนิกส์ เร็วๆ นี้มีข่าวว่าวิดีโอดิสค์สามารถสารานุกรมได้อย่างสบาย ค้นหาได้รวดเร็ว ส่วนคอมแพคดิสค์มีคนทำนายว่า ต่อไปมันไม่เพียงแต่เป็นเครื่องเล่นกับเสียงเพลงเท่านั้น มันอาจจะเป็นแผนที่นำทางสำหรับผู้ขับรถ เครื่องเล่นเกม หรือครูสอนภาษาต่างประเทศก็ได้ใครจะรู้

การบริการพิเศษที่ใช้ระบบสื่อสาร คือ การใช้เครือข่ายเป็นตัวกลางในการติดต่อ ในสหรัฐมีผู้วิจัยว่า มากกว่าครึ่งของไปรษณีย–ภัณฑ์ชั้นหนึ่งเป็นบิลที่พิมพ์โดยคอมพิวเตอร์ ถ้าไปรษณีย์เหล่านี้ถูกแทนที่ด้วยระบบโอนเงินอิเล็กทรอนิกส์ จะเป็นการประหยัดทั้งฝ่ายเจ้าของธุรกิจและลูกค้า ในทางเทคนิคการให้บริการเช่นนี้เป็นไปได้ กิจการไปรษณีย์ไม่ได้เปลี่ยนแปลงมากนักมาหลายศตวรรษแล้ว คงจะถูกปฏิวัติในอีกไม่กี่ปีข้างหน้า

การประชุมระยะไกลอาจทำได้โดยผู้เข้าร่วมประชุมทั้งหมดอยู่หน้าจอภาพ และก็ไม่จำเป็นว่าเขาจะต้องประชุมในเวลาเดียวกัน

เครือข่ายของระบบสื่อสารทำให้มนุษย์เราใกล้ชิดกันยิ่งขึ้น ประชาชนชาติต่างๆ ติดต่อกันอย่างสะดวกง่ายดาย หวังเป็นอย่างยิ่งว่ามนุษย์เราจะเข้าใจกันและกันดีขึ้น เมื่อคุ้นเคยกันแล้วโอกาสจะรบกันเป็นศัตรูกันก็คงลดลง

คู่แข่งของการสื่อสารก็คือการเดินทางและขนส่ง เมื่อระบบสื่อสารเราดีขึ้น ก็เป็นการลดการเดินทางนั่นคือประหยัดพลังงาน ต่อไป **การบ้าน** อาจเป็นของปรกติสำหรับคนทุกวัยทุกอาชีพ พ่อบ้านอาจทำงานที่บ้านพร้อมๆ กับเลี้ยงลูกไปด้วย ร้านค้ากลายเป็นการสั่งสินค้าทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ เมืองจะขยายตัวออกไป เนื่องจากความสะดวกสบายของการสื่อสารทำให้ไม่จำเป็นต้องมาแออัดกันในเมืองใหญ่ สำนักงานและโรงเรียนจะค่อยๆ ลดความสำคัญลงหรือแม้แต่หายไปในที่สุด

ลอยออกนอกหน้าต่าง(ความจริงคือทะลุกระจกโปร่งใส) ไปเสียนาน กลับมานั่งที่เก้าอี้ตัวเดิมเวลาปัจจุบันดีกว่าครับ ถึงที่ผมว่ามาทั้งหมดนี้จะเป็นจริงเพียง 10% ผมก็ยังเชื่อว่า การปฏิวัติครั้งที่สาม = การปฏิวัติทางข้อมูลข่าวสาร เปลี่ยนโฉมหน้าสังคมมนุษย์เราไม่แพ้การปฏิวัติทางเกษตรกรรมในยุคโบราณ และการปฏิวัติทางอุตสาหกรรมในศตวรรษที่สิบแปด **คอยดูไปเถอะครับ**

หนังสืออ้างอิง

Tanenbaum, A.S. : COMPUTER NETWORKS, Pren Tice-Hall Inc.